

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005909

International filing date: 29 March 2005 (29.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-102407
Filing date: 31 March 2004 (31.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 May 2005 (26.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 3月31日

出願番号 Application Number: 特願2004-102407

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

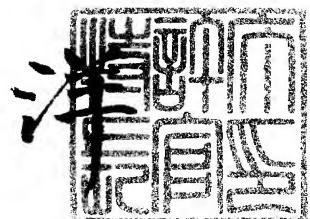
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): 株式会社タムラ製作所
独立行政法人科学技術振興機構

2005年 5月11日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 P2004-015
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 小野崎 純一

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 古野 雅彦

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 斎藤 浩司

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 安藤 晴彦

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 坂本 伊佐雄

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 白井 大

【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区東大泉1-19-43 株式会社タムラ製作所内
【氏名】 平塚 篤志

【特許出願人】
【識別番号】 390005223
【氏名又は名称】 株式会社タムラ製作所

【代理人】
【識別番号】 100079164
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 勇
【電話番号】 03-3862-6520

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013505
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0203893

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

基板又はこの基板が載置された治具を載置する載置台と、
この載置台に形成され前記基板又は前記治具の載置によって塞がれる開口部と、
この開口部から前記基板又は前記治具の下側に熱風を当てる熱風発生部と、
を備えた加熱装置。

【請求項 2】

前記基板又は前記治具の下側に当てた前記熱風を再び前記熱風発生部へ供給する熱風循環路を更に備えた、

請求項 1 記載の加熱装置。

【請求項 3】

前記基板を上側から加冷する加冷手段を更に備えた、

請求項 1 又は 2 記載の加熱装置。

【請求項 4】

前記加冷手段は、前記基板の上方に離間して位置付けられる熱吸収板と、この熱吸収板を冷却する吸熱部とを有する、

請求項 3 記載の加熱装置。

【請求項 5】

前記基板又は前記治具を前記載置台に固定する押さえ機構を更に備えた、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 6】

前記治具は、前記基板を液状のはんだ組成物中に浸漬した状態で保持する容器である、
請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 7】

前記基板は平板であり、

前記容器は、前記基板を載置する平らな底面と、前記はんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有する、

請求項 6 記載の加熱装置。

【請求項 8】

少なくとも一つずつ具備された予備加熱部とリフロー部とがこの順に配設され、搬送機構によって前記基板又は前記治具をこの順に搬送し、制御手段によって前記予備加熱部及び前記リフロー部及び前記搬送機構の各動作を制御する、リフロー装置において、

前記予備加熱部及び前記リフロー部が請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の加熱装置からなる、

ことを特徴とするリフロー装置。

【請求項 9】

少なくとも一つずつ具備された予備加熱部とリフロー部と冷却部とがこの順に配設され、搬送機構によって前記基板又は前記治具をこの順に搬送し、制御手段によって前記予備加熱部、前記リフロー部、前記冷却部及び前記搬送機構の各動作を制御する、リフロー装置において、

前記予備加熱部及び前記リフロー部が請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の加熱装置からなる、

ことを特徴とするリフロー装置。

【請求項 10】

前記予備加熱部と前記リフロー部と前記冷却部とが円形状に配設された、

請求項 9 記載のリフロー装置。

【請求項 11】

前記搬送機構は、前記基板又は前記治具を前記載置台に対して上下させる上下動機構を有する、

請求項 8 乃至 10 のいずれかに記載のリフロー装置。

【請求項 12】

前記制御手段は、前記開口部が前記基板又は前記治具によって塞がれていない時に、前記熱風発生部の動作を停止させる、

請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のリフロー装置。

【請求項 13】

請求項 8 乃至 12 のいずれかに記載のリフロー装置を用いて、複数の前記基板又は前記治具を連続的に流して処理する際に、

前記複数の基板又は治具の前、後若しくは途中にダミー基板又はダミー治具を流す、
リフロー装置の使用方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】加熱装置及びこれを用いたリフロー装置並びにこのリフロー装置の使用方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えは半導体基板やインターポーラ基板の上に突起状のはんだバンプを形成してF C (flip chip) やB G A (ball grid array) を製造する際に用いられる、加熱装置及びリフロー装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の一般的なはんだバンプの形成方法は、スクリーン印刷法やディスペンス法などを用いて基板のパッド電極上にはんだペーストを塗布し、このはんだペーストを加熱してリフローする、というものである。なお、基板は「ワーク」とも呼ばれ、はんだペーストは「クリームはんだ」とも呼ばれる。

【0003】

このとき使われるリフロー装置として、パネルヒータ上に基板を直接載置し、パネルヒータからの熱伝導によって基板を加熱するものが知られている（第一従来例）。しかし、このリフロー装置では、基板の僅かな反りや凹凸によって、基板の熱分布が不均一になるという欠点がある。また、パネルヒータと基板とに間隙を設けて、パネルヒータからの熱輻射によって基板を加熱するリフロー装置が知られている（第二従来例）。しかし、このリフロー装置は加熱力が不足するという欠点がある。これらの第一及び第二従来例の欠点を克服するリフロー装置として、基板に熱風を当てて加熱するものが開発されている（第三従来例、例えは下記特許文献1.。）。このリフロー装置によれば、熱風吹き出し口と基板とに間隙を設けて、基板の上下から熱風を当てて加熱することにより、基板を均一に加熱でき、しかも十分な加熱力も得られる。

【0004】

【特許文献1】特開平5-92257号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、第三従来例のリフロー装置では、基板上のはんだペーストが酸化することにより、はんだバンプを形成できないことがあった。これは、熱風を使うがゆえに、熱せられた多くの酸素分子がはんだペースト表面に接触するためと考えられる。この問題は、基板の下のみから熱風を当てたときも発生する。その理由は、熱風が基板の下から基板の上へ回り込むためである。

【0006】

また、第三従来例のリフロー装置では、はんだペーストの代わりに、液状のはんだ組成物を使用した場合も、はんだバンプを形成できなかった。

【0007】

そこで、本発明の第一の目的は、熱風を用いて加熱しても、はんだペーストの酸化を抑制できる、加熱装置及びリフロー装置等を提供することにある。本発明の第二の目的は、熱風を用いて加熱しても、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる、加熱装置及びリフロー装置等を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る加熱装置は、基板又はこの基板が載置された治具（以下、基板又は治具を「基板等」という。）を載置する載置台と、この載置台に形成され基板等の載置によって塞がれる開口部と、この開口部から基板等の下側に熱風を当てる熱風発生部と、を備えたものである。載置台に基板等を載置すると、開口部は基板等によって塞がれる。そのため、熱風は、開口部の基板等の下側に当たるだけで、開口部から吹き出ることはない。した

がって、熱風が、基板の上へ回り込まないので、基板上のはんだペーストの酸化が抑えられる。また、本発明に係る加熱装置によれば、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる。その第一の理由は、はんだペーストの場合と同様に、はんだ組成物の酸化が抑えられるからである。第二の理由は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度分布になるからである。これらの理由の少なくとも一方により、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できると考えられる。第二の理由については後述する。

【0009】

基板等の下側に当てた熱風を再び熱風発生部へ供給する熱風循環路を、更に備えてもよい。この場合は、熱風の拡散を抑制できるので、基板上へ回りこむ熱風をより低減できる。しかも、熱を有効に利用できるので、省エネルギー化も図れる。

【0010】

また、基板を上側から加冷する加冷手段を更に備えてもよい。この場合は、基板上の必要以上の温度上昇を防ぐので、基板上のはんだペーストや基板上の液状のはんだ組成物（以下「はんだペースト等」という。）の酸化がより抑えられる。加冷手段は、例えは、基板の上方に離間して位置付けられる熱吸収板と、熱吸収板を冷却する吸熱部とを有するものである。吸熱部は、例えは空冷機構やは水冷機構からなる。

【0011】

基板等を載置台に固定する押さえ機構を更に備えてもよい。基板等の重さや熱風の圧力によっては、基板等が熱風で吹き飛ばされたりずれたりするおそれがある。そのような場合は、押さえ機構を設けて基板等を固定する。

【0012】

治具は、基板を液状のはんだ組成物中に浸漬した状態で保持する容器としてもよい。このとき、容器は、基板を載置する平らな底面と、はんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有するものとしてもよい。加熱中は、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物が満たされる。そのため、容器から基板への熱伝導がより均一になる。更に、従来技術におけるはんだペーストでは、印刷厚やはんだ粒子の含有量を調整することによって、はんだバンプの大きさ（高さ）を変えていた。これに対して、本発明では、液状のはんだ組成物と容器とを用いているので、はんだ組成物の載置量を調整するだけで、基板上のはんだ組成物の厚みを任意に変えられる。そのため、簡単にはんだバンプの大きさ（高さ）を変えることができる。なお、はんだ組成物は、常温では液状でなくても、加熱時に液状になるものであればよい。

【0013】

本発明に係るリフロー装置は、少なくとも一つずつ具備された予備加熱部とリフロー部と冷却部とがこの順に配設され、搬送機構によって基板等をこの順に搬送し、制御手段によって予備加熱部、リフロー部、冷却部及び搬送機構の各動作を制御するものである。そして、予備加熱部及びリフロー部が本発明に係る加熱装置からなる。予備加熱部及びリフロー部に本発明に係る加熱装置を用いることにより、基板上のはんだペースト等の酸化が抑えられる。なお、冷却部は省略してもよい。

【0014】

予備加熱部とリフロー部と冷却部とを円形状に配設してもよい。この場合は、基板等の搬送時の入口と出口とが同じ場所になる。したがって、例えはこれらを直線状に配設した場合に比べて、基板等の搬送処理が容易になるとともに、全体の構成も簡素で小型になる。

【0015】

搬送機構は、基板等を載置台に対して上下させる上下動機構を有する、としてもよい。この場合は、基板等を上下させて、載置台に置いたり持ち上げたりすることができる。なお、搬送機構は、基板等を上下させずに、水平のまま搬送するものでもよい。

【0016】

制御手段は、開口部が基板等によって塞がれていないと、熱風発生部の動作を停止さ

せる、としてもよい。この場合は、開口部が基板等によって塞がれていない時に、熱風が開口部から吹き出してしまうことを防止できる。

【0017】

本発明に係るリフロー装置の使用方法は、本発明に係るリフロー装置を用いて、複数の基板等を連続的に流して処理する際に、複数の基板等の前、後又は途中にダミー基板等を流すというものである。ダミー基板等は、開口部が基板等によって塞がれていない時の開口部からの熱風の吹き出しを抑制するとともに、加熱装置から見た熱容量の変動を抑える。なお、ダミー基板等は、基板等と同じ形状としてもよい。この場合は、加熱装置から見た熱容量の変動をより抑えることができる。

【0018】

次に、液状のはんだ組成物ではなんだバンプを形成できる第二の理由について、詳しく説明する。

【0019】

液状のはんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料（ベース剤）との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有する。つまり、はんだ組成物は、常温で液状であり、又は加熱中に液状になる。このような性質（流動性）を得るには、液体材料の粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。加熱中は、液体材料中にはんだ粒子が漂っているか又は沈降している状態である。なお、このはんだ組成物には、加熱中に液状になるものであれば従来のはんだペーストも含まれる。

【0020】

ここで、本発明におけるリフロー工程では、基板側からはんだ組成物を加熱する。基板上のはんだ組成物を基板側から加熱すると、はんだ組成物は表面になるほど温度が低く基板側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極に濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。

【0021】

また、リフロー工程では、最初にパッド電極をはんだ粒子の融点以上に加熱し、パッド電極に接触しているはんだ粒子を溶融して、パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更にはんだ粒子を合体させる、としてもよい。このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することによって実現される。例えば、基板上のはんだ組成物を、基板側から加熱するとともに、はんだ組成物の表面側から加冷することが有効である。

【0022】

更に、リフロー工程では、はんだ組成物にその表面側が低く基板側が高くなるような温度差を設けることにより、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させる、としてもよい。はんだ組成物の表面側が低くはんだ組成物の基板側が高くなるような温度差を設けると、液体材料は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合体する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することに加えて、液体材料の粘度の温度依存性とはんだ粒子の融点との関係を調整することにより、実現される。

【0023】

次に、本発明で用いるはんだ組成物の一例について説明する。

【0024】

はんだ組成物の液体材料は、例えは液状体である。そして、液状体は、常温の状態で平面に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子の融点以上に加熱さ

れた状態ではなんだ粒子によるはんだ濡れを母材に引き起こすフラックス作用とを有する。なんだ粒子は、液状体とともに平面に滴下した際に液状体とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

【0025】

このなんだ組成物は、常温の状態で平面に滴下すると自重で広がって均一な厚みになるので、この点においてはんだペーストとは全く異なる。このような性質（流動性）を得るには、液状体の常温での粘度が低いこと、なんだ粒子の混合比が小さいこと、及びなんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。例えば、なんだ粒子の混合比は、好ましくは30wt%以下、より好ましくは20wt%以下、最も好ましくは10wt%以下である。なんだ粒子の粒径は、好ましくは35μm以下、より好ましくは20μm以下、最も好ましくは10μm以下である。

【0026】

このなんだ組成物は、次のような構成にしてもよい。なんだ粒子は、表面に自然酸化膜のみを有する。液状体のフラックス作用は、なんだ粒子の融点以上に加熱された状態で、なんだ粒子同士の合体を抑制しつつ、なんだ粒子と母材とのはんだ付けを促進するとともに、母材上に形成されたなんだ皮膜とはんだ粒子との合体を促進するものである。このようなフラックス作用の成分は、本発明者が実験及び考察を繰り返して発見したものである。

【0027】

このような成分としては、例えば酸が挙げられる。酸は無機酸（例えば塩酸）と有機酸（例えば脂肪酸）とに大別できるが、ここでは有機酸を例に説明する。

【0028】

本発明者は、「有機酸は、なんだ粒子同士を合体させる作用は小さいが、バッド電極になんだ濡れを生じさせる作用は大きい。」ということを見出した。このような作用が生じる理由として、次の（1）、（2）のようなことが考えられる。

【0029】

（1）．有機酸には、なんだ粒子の酸化膜を除去する作用が弱い。そのため、なんだ粒子に故意に酸化膜を形成しなくても、なんだ粒子の自然酸化膜によって、なんだ粒子同士の合体を抑えることができる。したがって、本発明では、なんだ粒子の酸化膜を形成する工程が不要である。

【0030】

（2）．有機酸は、何らかの理由によって、なんだ粒子を母材に広げて界面を合金化するとともに、母材上に形成されたなんだ皮膜にはんだ粒子を合体させる作用がある。なんだ粒子同士はほとんど合体しないにもかかわらず、母材上ではなんだ濡れが生ずるメカニズムは定かではない。推測として、なんだ粒子と母材との間で、僅かな酸化膜を打ち破る何らかの反応が起こっていると考えられる。例えば、金メッキされた母材であれば、金のはんだ中への拡散効果により、なんだ粒子に例え薄い酸化膜があったとしてもなんだ濡れが生ずる。銅からなる母材の場合は、銅が有機酸と反応して有機酸銅塗となり、その有機酸銅塗がなんだと接触することによりイオン化傾向の差から還元され、金属銅がなんだ中に拡散してなんだ濡れが進行する。母材上に形成されたなんだ皮膜にはんだ粒子が合体する理由については、例えは表面張力が考えられる。

【0031】

また、なんだ粒子とともに混合される液状体は油脂であり、この液状体中に含まれる成分は油脂中に含まれる遊離脂肪酸である、としてもよい。油脂は、様々な用途で広く流通しているので入手しやすく安価かつ無害であり、しかも遊離脂肪酸という有機酸を元々含んでいる。特に、脂肪酸エステル（例えはネオペンチルポリオールエステル）は、一般に熱・酸化安定性に優れるので、なんだ付けには最適である。また、遊離脂肪酸の含有量を十分なものとするために、油脂の酸価は1以上であることが好ましい。酸価とは、油脂中に含まれる遊離脂肪酸を中和するのに要する水酸化カリウムのミリグラム数をいう。すなわち、酸価の値が大きいほど、遊離脂肪酸が多く含まれることになる。なお、トリメチ

ルプロパントリオレートの主な性状は、40℃での動粘度が48.3 mm²/s、100℃での動粘度が9.2 mm²/s、酸価が2.4である。

【0032】

なお、ここでいう「はんだ」には、はんだバンプ形成用に限らず、半導体チップのダイボンディング用や、例えは銅管の接合用に用いられる「軟ろう」と呼ばれるもの等も含まれるとともに、当然のことながら鉛フリーはんだも含まれる。「はんだバンプ」には、半球状や突起状のものに限らず、膜状のものも含まれる。「はんだ皮膜」とは、膜状のものに限らず、半球状や突起状のものも含むものとする。「基板」には、半導体ウエハや配線板などが含まれる。「液状体」は、液体の他に流動体などでもよく、油脂の他にフッ素系高沸点溶剤やフッ素系オイルなどでもよい。

【発明の効果】

【0033】

本発明に係る加熱装置によれば、基板等を載置する載置台と、載置台に形成され基板等の載置によって塞がれる開口部と、開口部から基板等の下側に熱風を当てる熱風発生部とを備えたことにより、熱風が基板等の下側に当たるだけで開口部から吹き出ないので、熱風の基板上への回り込みを防ぐことができる。したがって、熱風を用いて基板等を加熱しても、基板上のはんだペースト等の酸化を抑えることができる。これに加え、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる。その理由は、熱風の基板上への回り込みを防ぐことができるので、はんだ組成物が酸化しないから、又は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度分布になるからである。

【0034】

また、基板等の下側に当てた熱風を再び熱風発生部へ供給する熱風循環路を備えることにより、基板上へ回りこむ熱風をより低減でき、しかも熱を有效地に利用できるので、省エネルギー化も図ることができる。

【0035】

また、基板を上側から加冷する加冷手段を備えることにより、基板上の必要以上の温度上昇を防げるので、基板上のはんだ表面の酸化をより抑えることができる。

【0036】

また、基板等を載置台に固定する押さえ機構を備えることにより、基板等が熱風で吹き飛ばされたりずれたりすることを防止できる。

【0037】

また、基板を液状のはんだ組成物中に浸漬した状態で保持することにより、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物を満たして加熱できるので、容器から基板への熱伝導をより均一にできる。したがって、同じ条件で多数のはんだバンプを同時に形成できるので、はんだバンプの製造上のバラツキを低減できる。これに加え、はんだ組成物の基板への載置量を調整するだけで、はんだバンプの大きさ（高さ）を簡単に変えることができる。

【0038】

本発明に係るリフロー装置によれば、予備加熱部及びリフロー部に本発明に係る加熱装置を用いることにより、基板上のはんだペースト等の酸化を抑えることができる。これに加え、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる

【0039】

また、予備加熱部とリフロー部と冷却部とを円形状に配設することにより、基板等の搬送処理が容易になるとともに、全体を簡素化及び小型化できる。

【0040】

また、開口部が基板等によって塞がっていない時に、熱風発生部の動作を停止させることにより、熱風の開口部からの吹き出しを抑制できる。

【0041】

本発明に係るリフロー装置の使用方法によれば、複数の基板等の前、後又は途中にダミ

一基板等を流すことにより、開口部が基板等によって塞がれていかない時に、開口部からの熱風の吹き出しを抑制できる。しかも、加熱装置から見た熱容量の変動が少なくなるので、熱風の温度変動を抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

図1は、本発明に係る加熱装置の第一実施形態を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0043】

本実施形態の加熱装置50は、基板20上のはんだ組成物10を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するものであり、はんだ組成物10を基板20側から加熱する加熱手段40と、はんだ組成物10をその表面側から加冷する及び加冷手段60とを備えている。また、基板20は、容器30内において液状のはんだ組成物10中に浸漬されている。

【0044】

加熱手段40は、主加熱源42、副加熱源43、プロワ44、蓄熱部材45、熱風循環ダクト46、開口部47等からなる。主加熱源42及び副加熱源43は、例えば電熱ヒータである。蓄熱部材45は、例えばアルミニウムからなり、熱風41を通過させる多数の透孔48が形成されている。熱風41はプロワ44によって循環されている。すなわち、熱風41は、主加熱源42→蓄熱部材45→開口部47（容器30を加熱）→循環ダクト46→副加熱源43→熱風循環ダクト46→プロワ44→主加熱源42、と循環する。この加熱手段40は、熱風41を容器30に当てて加熱するので、熱伝導を利用するものに比べて、基板20全体をより均一に加熱できる。

【0045】

また、熱風循環ダクト46の上面が載置台51になっており、載置台51の一部に開口部47が形成されている。載置台51及び開口部47以外の加熱手段40によって熱風発生部52が構成されている。載置台51に容器30が載置されると、開口部47が塞がれる。熱風発生部52は、開口部47から容器30の下側に熱風41を当てる。

【0046】

加冷手段60は、主加冷源62、副加冷源63、プロワ64、蓄冷部材65、冷風循環ダクト66、開口部67、熱吸収板68等からなる。主加冷源62及び副加冷源63は、例えば冷却水クーラである。蓄冷部材65は、例えばアルミニウムからなり、冷風61を通過させる多数の透孔69が形成されている。熱吸収板68は、例えばアルミニウムからなり、はんだ組成物10側を黒体に近い状態とすることが望ましい。冷風61はプロワ64によって循環されている。すなわち、冷風61は、主加冷源62→蓄冷部材65→開口部67（熱吸収板68を冷却）→循環ダクト66→副加冷源63→冷風循環ダクト66→プロワ64→主加冷源62、と循環する。また、冷風41は、はんだ組成物10の表面側を加冷できればよいので、例えば100°C程度の風も含むものとする。なお、加冷手段60は省略することもできる。なお、熱吸収板68以外が、特許請求の範囲における「吸熱」に相当する。

【0047】

次に、加熱装置50の動作を説明する。

【0048】

はんだ組成物10を基板20側から加熱手段40で加熱するとともに、はんだ組成物10をその表面側から加冷手段60で加冷する。すると、はんだ組成物10は、基板20側ほど温度が高く表面側ほど温度が低い温度分布となる。このとき、後述するように、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。したがって、高密度かつ微細なはんだバンプを容易に形成できる。

【0049】

また、載置台51に容器30を載置すると、開口部47は容器30によって塞がれる。そのため、熱風41は、開口部47の容器30の下側に当たるだけで、開口部47から吹き出すことはない。したがって、熱風41が、容器30の上へ回り込まないので、基板2

0上のはんだ組成物10の酸化が抑えられる。

【0050】

次に、本実施形態の加熱装置を用いて、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成する方法について説明する。図2は、図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。なお、図1は、基板上にはんだ組成物を塗布した状態であり、上下方向は左右方向よりも拡大して示している。

【0051】

本実施形態で使用するはんだ組成物10は、多数のはんだ粒子11と脂肪酸エステルからなる液状体12との混合物からなり、パッド電極22にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体12は、常温の状態で基板20に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子11によるはんだ濡れをパッド電極22に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子11は、液状体12とともに基板20に滴下した際に液状体12とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

【0052】

また、はんだ粒子11は表面に自然酸化膜（図示せず）のみを有する。液状体12は、脂肪酸エステルであるので、有機酸の一種である遊離脂肪酸を元々含んでいる。遊離脂肪酸は、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態で、はんだ粒子11同士の合体を抑制しつつ、はんだ粒子11とパッド電極22とのはんだ付けを促進するとともに、パッド電極上22に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子11との合体を促進する作用を有する。

【0053】

液状体12に含まれる有機酸は、必要に応じて添加しても良い。つまり、はんだ粒子11の酸化度合いや分量に応じて、液状体12の有機酸含有量を調整する。例えば、多量のはんだバンプを形成する場合は、はんだ粒子11も多量になるので、全てのはんだ粒子11の酸化膜を還元するのに十分な有機酸を含有する必要がある。一方、バンプ形成に使用される以上の過剰なはんだ粒子11を加える場合は、有機酸の含有量を少なくして液状体12の活性力を落とすことにより、はんだ粉末粒度分布でいうところの微細な側のはんだ粒子11を溶かさないようにして、比較的大きなはんだ粒子11のみで最適なバンプ形成を行うことも可能である。この際、溶けずに残った微細なはんだ粒子11は、はんだ粒子11同士の合体を防ぐことにより、パッド電極22のショートを低減させる効果も持つ。

【0054】

はんだ粒子11は液状体12中に均一に分散している必要があるので、はんだ組成物10は使用直前に攪拌しておくことが望ましい。はんだ粒子11の材質は、錫鉛系はんだ又は鉛フリーはんだ等を使用する。隣接するパッド電極22同士の周端間の最短距離aよりも、はんだ粒子11の直径bを小さくするとよい。この場合、隣接する二つのパッド電極22上のはんだ皮膜にそれぞれ到達したはんだ粒子11同士は、接触しないため合体してはんだブリッジを形成することがない。

【0055】

はんだ組成物10は、パッド電極22を有する基板20上に、常温において自然落下により滴下させる。これだけで、基板20上に均一な厚みのはんだ組成物10を塗布できる。つまり、スクリーン印刷やディスペンサを用いることなく、均一な膜厚のはんだ組成物10の塗布膜を基板20上に形成することができる。塗布の均一性ははんだバンプのはらつきに影響を及ぼすため、できる限り均一に塗布する。その後、基板20全体を均一に加熱することにより、はんだバンプの形成が可能となる。加熱は短時間ではんだ融点以上まで昇温する。短時間で昇温することにより、プロセス中での有機酸活性力の低下を抑えることができる。

【0056】

次に、本実施形態で使用する基板20について説明する。基板20はシリコンウエハである。基板20の表面21には、パッド電極22が形成されている。パッド電極22上に

は、本実施形態の形成方法によってはんだバンプが形成される。基板20は、はんだバンプを介して、他の半導体チップや配線板に電気的及び機械的に接続される。パッド電極22は、形状が例えれば円であり、直径cが例えれば40μmである。隣接するパッド電極22の中心間の距離dは、例えば80μmである。はんだ粒子14の直径bは、例えば3~15μmである。

【0057】

パッド電極22は、基板20上に形成されたアルミニウム電極24と、アルミニウム電極24上に形成されたニッケル層25と、ニッケル層25上に形成された金層26とからなる。ニッケル層25及び金層26はUBM(under barrier metal又はunder bump metallurgy)層である。基板20上のパッド電極22以外の部分は、保護膜27で覆われている。

【0058】

次に、パッド電極22の形成方法について説明する。まず、基板20上にアルミニウム電極24を形成し、アルミニウム電極24以外の部分にポリイミド樹脂又はシリコン塗化膜によって保護膜27を形成する。これらは、例えはフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて形成される。続いて、アルミニウム電極24表面にジンケート処理を施した後に、無電解めっき法を用いてアルミニウム電極24上にニッケル層25及び金層26を形成する。このUBM層を設ける理由は、アルミニウム電極24にはんだ濡れ性を付与するためである。

【0059】

はんだ粒子11の材質としては、例えはSn-Pb(融点183℃)、Sn-Ag-Cu(融点218℃)、Sn-Ag(融点221℃)、Sn-Cu(融点227℃)、その他鉛フリーはんだ等を使用する。

【0060】

加熱手段40は、前述したようにプロワ、電熱ヒータ等からなり、熱風41を当てて基板20側(下側)からはんだ組成物10を加熱する。

【0061】

図3及び図4は、図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。図3は滴下工程であり、図3【1】~図3【3】の順に工程が進行する。図4は、リフロー工程であり、図4【1】~図4【3】の順に工程が進行する。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図2と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。なお、図3の説明では、前述の「容器30」を「受け容器30」と呼ぶことにする。

【0062】

図3では、基板20上のパッド電極22の図示を略している。まず、図3【1】に示すように、受け容器30に基板20を入れる。そして、注ぎ容器31中で必要に応じはんだ組成物10を攪拌した後、注ぎ口32からはんだ組成物10を基板20上に滴下させる。すると、はんだ組成物10が自重で広がって均一な厚みになる。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物10の自然落下を利用できる。なお、印刷機や吐出機を用いてはんだ組成物10を基板20上に塗布してもよい。

【0063】

なお、受け容器30は、リフロー工程で基板20とともに加熱するので、耐熱性があって熱伝導が良く、かつはんだ粒子11によるはんだ濡れが生じない金属例えはアルミニウムからなる。また、受け容器30は、平板状の基板20を載置する平らな底面33と、はんだ組成物10の横溢を防止する周壁34とを有する。この場合は、受け容器30の底面33上に基板20が密接するので、熱伝導が向上する。なお、図2及び図4では受け容器30の図示を略している。

【0064】

また、滴下工程の途中又は後に、基板10を水平に回転させることによって、基板20上のはんだ組成物10を均一な厚みにしてもよい。基板10を水平に回転させるには、市販のスピンドル装置を用いればよい。

【0065】

滴下工程の終了は、はんだ組成物10中に基板20が浸漬されるまで、はんだ組成物10を滴下するか否かによって二通りに分かれる。図3【2】は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬しない場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚みt1は、はんだ組成物10の主に表面張力及び粘性によって決まる値である。一方、図3【3】は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬する場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚みt2は、滴下するはんだ組成物10の量に応じた所望の値に設定できる。

【0066】

以上の滴下工程によって、図2に示すように、複数のパッド電極22が離間して設けられた基板20上に、はんだ組成物10がベタ塗りによって載置されることになる。このとき、複数のバンプ電極22上及びこれらの間隙の保護膜27上を含む面に、全体的にはんだ組成物10が載置される。はんだ組成物10は、ちょうどインクのような状態である。

【0067】

続いて、リフロー工程で、基板20及びはんだ組成物10の加熱が始まると、液状体12の粘性が更に低下する。すると、図4【1】に示すように、はんだ粒子11は、液状体12よりも比重が大きいので、沈降してパッド電極22上及び保護膜27上に積み重なる。

【0068】

続いて、図4【2】に示すように、はんだ組成物10がはんだ粒子11の融点以上に加熱される。ここで、基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱しているので、はんだ組成物10は表面になるほど温度が低く基板20側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極22に濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。換言すると、リフロー工程では、最初にパッド電極22をはんだ粒子11の融点以上に加熱し、パッド電極22に接触しているはんだ粒子11を溶融して、パッド電極22に濡れ広がったはんだ皮膜23'を形成し、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11を合体させる。

【0069】

また、このとき、液状体12に含まれる有機酸の作用によって、次のような状態が引き起こされる。まず、はんだ粒子11同士は合体が抑えられる。ただし、図4【2】では図示していないが、一部のはんだ粒子11同士は合体して大きくなる。つまり、はんだ粒子11同士は合体しても一定の大きさ以下であれば問題ない。一方、はんだ粒子11は、パッド電極20上に広がって界面に合金層を形成する。その結果、パッド電極20上にはんだ皮膜23'が形成され、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11が合体する。すなわち、はんだ皮膜23'は成長して、図3【3】に示すようなはんだバンプ23となる。

【0070】

なお、図4【3】において、はんだバンプ23の形成に使用されなかったはんだ粒子11は、残った液状体12とともに後工程で洗い落とされる。

【0071】

また、リフロー工程では、はんだ組成物10にその表面側が低く基板20側が高くなるような温度差を設けることにより、基板20側に近いはんだ粒子11から先に沈降させてよい。はんだ組成物10の表面側が低くはんだ組成物の基板20側が高くなるような温度差を設けると、液状体12は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極22に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合体する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、例えは基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱するとともにはんだ組成

物10の表面側から加冷したり、液状体12の粘度の温度依存性とはんだ粒子11の融点との関係を調整したりすることにより、実現される。

【0072】

更に、リフロー工程では、液状体12の対流を利用してはんだ粒子11をパッド電極22へ供給するようにしてもよい。はんだ組成物10を基板20側から加熱すると、液状体12に対流が発生し、これによりはんだ粒子11が液状体12中を動く。そのため、パッド電極22上に載置されなかつたはんだ粒子11もパッド電極22上へ移動してはんだパンプ23の一部になる。したがって、はんだ粒子11が有効に利用される。

【0073】

図5は本発明に係る加熱装置の第二実施形態を示し、図5【1】は部分平面図、図5【2】は図5【1】におけるV-V線断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は、同じ符号を付すことにより又は図示しないことにより説明を省略する。

【0074】

本実施形態では、基板20を載置台51に固定する押さえ機構55を備えている。押さえ機構55は、プランジャー型のソレノイド56a、56b、独楽状の押さえカム57a、57b等からなる。ソレノイド56aは、一端561が載置台51に回動自在に取り付けられ、他端562が押さえカム57aの外周付近に回動自在に取り付けられている。押さえカム57aは、中心軸571を介して載置台51に回動自在に取り付けられている。ソレノイド56b及び押さえカム57bも同じ構成である。

【0075】

図では、ソレノイド56a、56bが縮んだ状態であり、押さえカム57a、57bは基板20を押さえる角度に回動している。ここで、図中に矢印で示すように、ソレノイド56a、56bが伸びると、押さえカム57a、57bは基板20を緩める角度に回動する。

【0076】

基板20の重さや熱風41の圧力によっては、基板20が熱風41で吹き飛ばされたりずれたりするおそれがある。そのような場合は、押さえ機構55を設けて基板20を固定する。なお、押さえ機構55は、本実施形態では基板20を押さえるものとしたが、もちろん容器30(図1)を押さえるものとしてもよい。

【0077】

図6及び図7は本発明に係るリフロー装置の第一実施形態を示す平面図であり、図6は加熱中の状態であり、図7は搬送中の状態である。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0078】

本実施形態のリフロー装置70は、予備加熱部71とリフロー部72と冷却部73とがこの順に円形状に配設され、容器30をこの順に搬送する搬送機構80を備えている。また、予備加熱部71と冷却部73との間には入出口部74が付設されている。予備加熱部71及びリフロー部72は、図1の加熱装置10の加熱手段40からなる。冷却部73は、図1の加冷手段60の熱吸収板68を外した構成であり、開口部67で冷風61を容器30の下側から当てる。

【0079】

図8及び図9は図6のリフロー装置における搬送機構を示し、図8は全体の概略断面図、図9は容器保持部の斜視図である。以下、図6乃至図9に基づき説明する。ただし、図8及び図9において、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0080】

図8に示すように、搬送機構80は、中心の駆動部81と、駆動部81に取り付けられた四本の腕部82と、腕部82の先端に形成された容器保持部83とからなる。駆動部81は、四本の腕部82を支持する中心板84と、中心板84を上下動させるエアシリング85と、中心板84及びエアシリング85をともに回転させるリング状モータ86とから

なる。

【0081】

図9に示すように、容器保持部83は、円環状を呈し、上面に三つの凸部831～833が形成されている。凸部831～833は、容器30の底面に形成された凹部（図示せず）に係合する。凸部831～833が凹部と係合することにより、容器30が容器保持部83に着脱自在に固定される。

【0082】

図10は、図6のリフロー装置における制御系を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図6と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

【0083】

リフロー装置70は、予備加熱部71、リフロー部72、冷却部73及び搬送機構80の各動作を制御する制御手段75を更に備えている。制御手段75は、例えばマイクロコンピュータ及びそのプログラムからなる。制御手段75の制御対象は、予備加熱部71、リフロー部72及び冷却部73の温度及び風量、搬送機構80の搬送動作等である。

【0084】

次に、図6乃至図10に基づき、リフロー装置70の動作を説明する。なお、動作を制御するのは制御手段75である。

【0085】

まず、容器30に基板20を入れて、その上からディスペンサを用いてはんだ組成物10を垂らす。そして、この容器30を入出口部74で容器保持部83に載置する。ここまで動作は、自動化してもよいし、作業員を行ってもよい。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の予備加熱部71まで搬送する。この時、予備加熱部71、リフロー部72及び冷却部73に位置していた容器30も、それぞれリフロー部72、冷却部73及び入出口部74へ搬送される。なお、搬送の始めと終わりには、図示しない電磁バルブを介してエアシリング85を動作させ、容器30を容器保持部83ごと上下させる。

【0086】

予備加熱部71において容器30は、一定時間加熱されることにより、ある一定温度まで加熱される。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次のリフロー部72まで搬送する。リフロー部72において、容器30は、一定時間加熱されることにより、はんだ組成物10がリフローされる。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の冷却部73まで搬送する。冷却部73において、容器30は、一定時間加熱されることにより、一定温度まで冷却される。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の入出口部74まで搬送する。ここで、容器30を容器保持部83から取り外すことにより、リフロー工程が終了する。

【0087】

リフロー装置70によれば、予備加熱部71及びリフロー部72に加熱手段40を用いることにより、熱風41を用いて加熱するものでありながら、はんだ組成物10ではんだバンプを形成できる。その第一の理由は、熱風の41の回り込みがないので、はんだ組成物10の酸化が抑えられるからである。第二の理由は、はんだ組成物10の表面側が低く基板20側が高い温度分布になるからである。

【0088】

また、制御手段75は、図7に示すように開口部47が容器30によって塞がれていない時に、熱風発生部52の動作を停止させてもよい。例えば、プロワ44の動作を停止させたり、図示しない遮蔽版を使って熱風41の吹き出しを抑えたりする。この場合は、開口部47が容器30によって塞がれていない時に、熱風41が開口部47から吹き出してしまうことを防止できる。

【0089】

更に、リフロー装置70を用いて、複数の容器30を連続的に流して処理する際に、複

数の容器30の前、後又は途中にダミー容器（図示せず）を流すようにしてもよい。ダミー容器は、開口部47が容器30によって塞がれていない時の開口部47からの熱風41の吹き出しを抑制するとともに、加熱手段40から見た熱容量の変動を抑える。なお、ダミー容器を容器30と同じ形状とした場合は、加熱手段40から見た熱容量の変動をより抑えることができる。また、冷却部73は省略してもよい。

【0090】

なお、本発明は、言うまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、シリコンウエハ（F C）の代わりに、微細ピッチのサブストレートやインターポーラ、更に配線板（B G A）を用いてもよい。また、電極材料は、アルミニウムに限らず、A l - S i、A l - S i - C u、A l - C u、C uなどを用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明に係る加熱装置の第一実施形態を示す概略断面図である。

【図2】図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。

【図3】図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例示す断面図（滴下工程）であり、図3【1】～図3【3】の順に工程が進行する。

【図4】図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図（リフロー工程）であり、図4【1】～図4【3】の順に工程が進行する。

【図5】本発明に係る加熱装置の第二実施形態を示し、図5【1】は部分平面図、図5【2】は図5【1】におけるV-V線断面図である。

【図6】本発明に係るリフロー装置の第一実施形態（加熱中）を示す平面図である。

【図7】本発明に係るリフロー装置の第一実施形態（搬送中）を示す平面図である。

【図8】図6のリフロー装置における搬送機構の全体を示す概略断面図である。

【図9】図6のリフロー装置における搬送機構の容器保持部を示す斜視図である。

【図10】図6のリフロー装置における制御系を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0092】

1 0 はんだ組成物

1 1 はんだ粒子

1 2 液状体（液体材料）

2 0 基板

2 1 基板の表面

2 2 パッド電極

2 3 はんだバンプ

2 3' はんだ皮膜

3 0 受け容器（容器）

3 1 注ぎ容器

3 2 注ぎ口

4 0 加熱手段

4 1 热風

4 6 热風循環ダクト（热風循環路）

4 7 開口部

5 0 加熱装置

5 1 載置台

5 2 热風発生部

5 5 押さえ機構

6 0 加冷手段

6 1 冷風

7 0 リフロー装置

7 1 予備加熱部

7 2 リフローポ

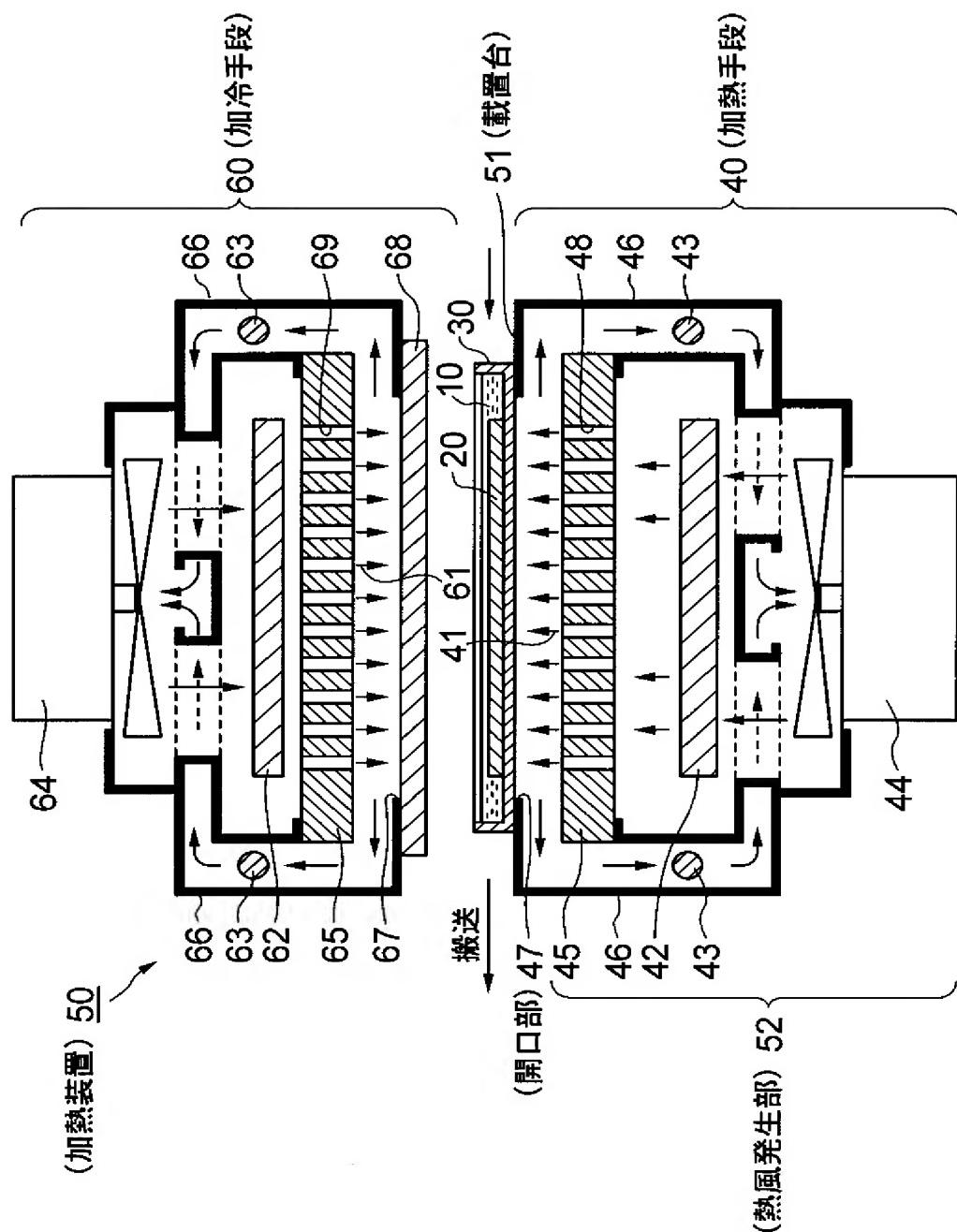
7 3 冷却部

7 5 制御手段

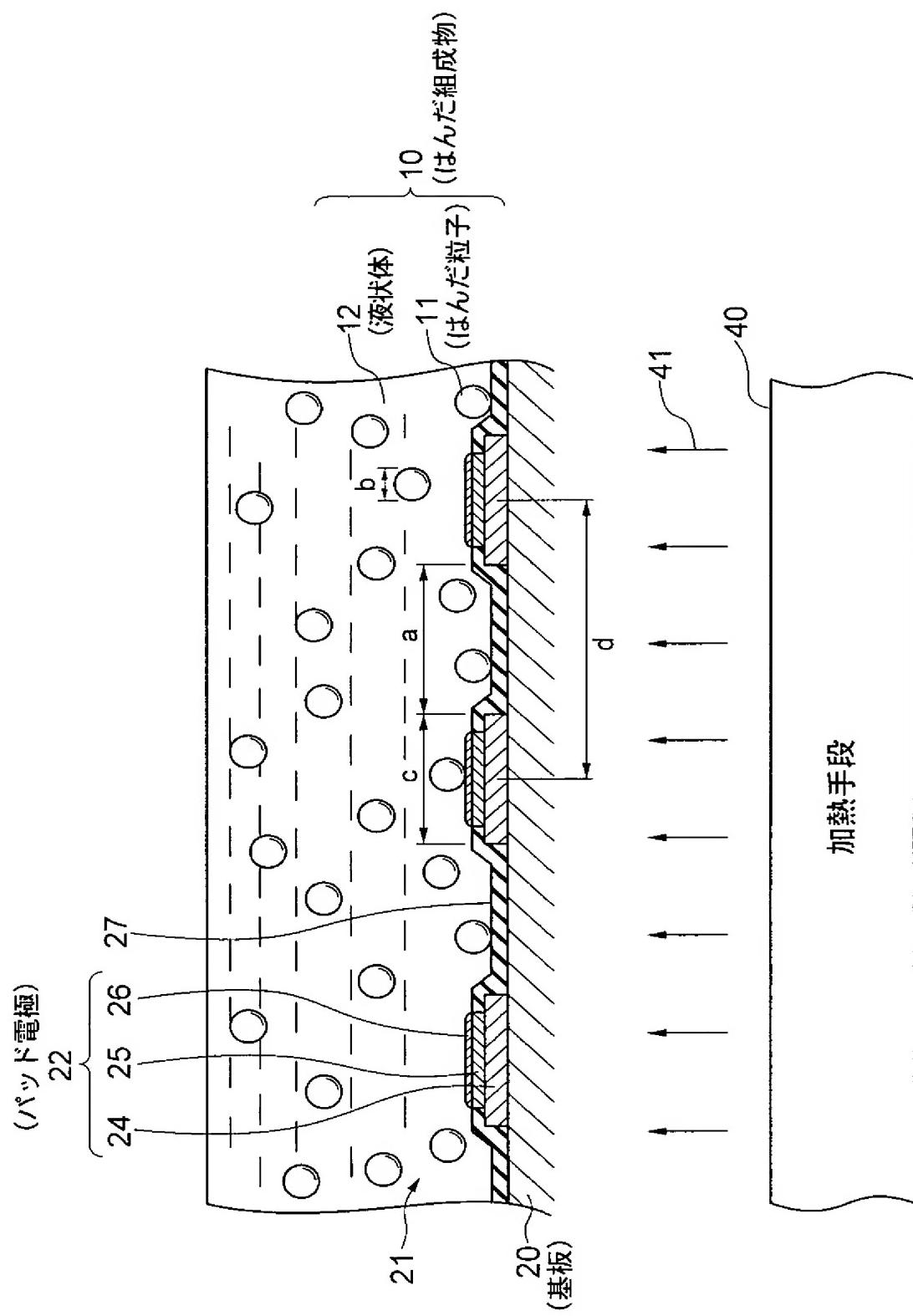
8 0 般送機構

8 5 エアシリンダ（上下動機構）

【書類名】 図面
【図 1】

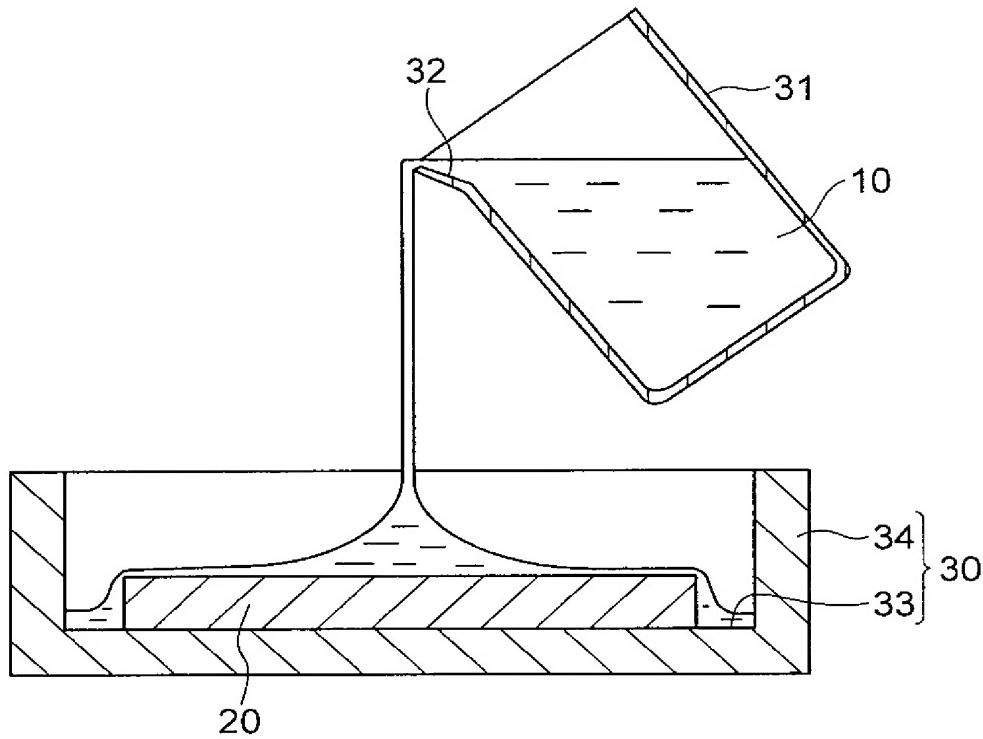


【図 2】

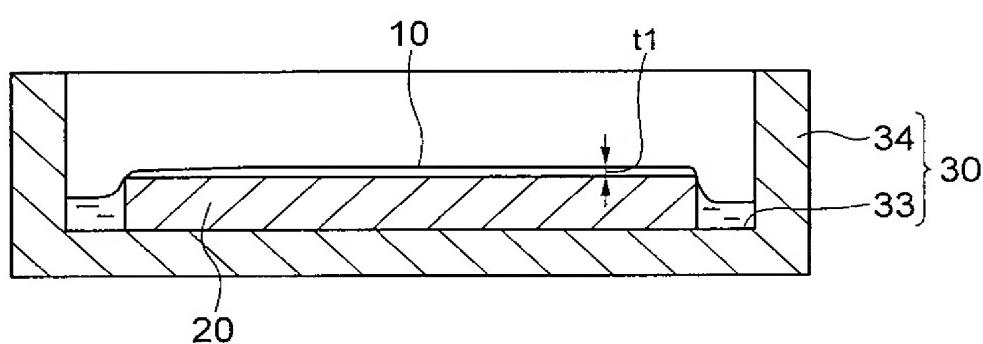


【図3】

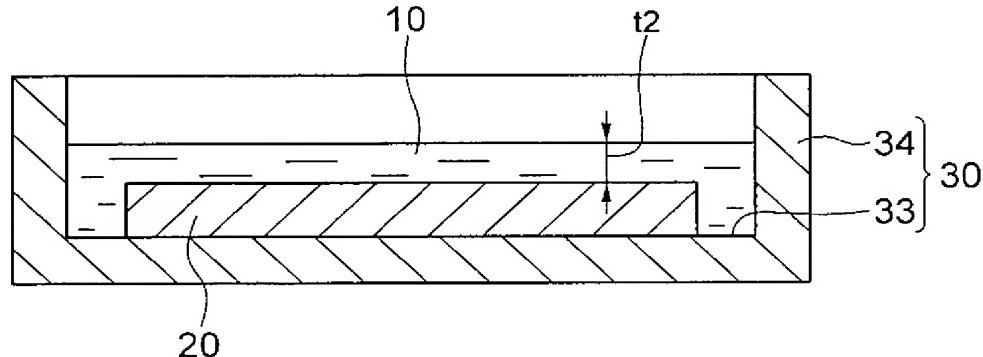
[1]



[2]

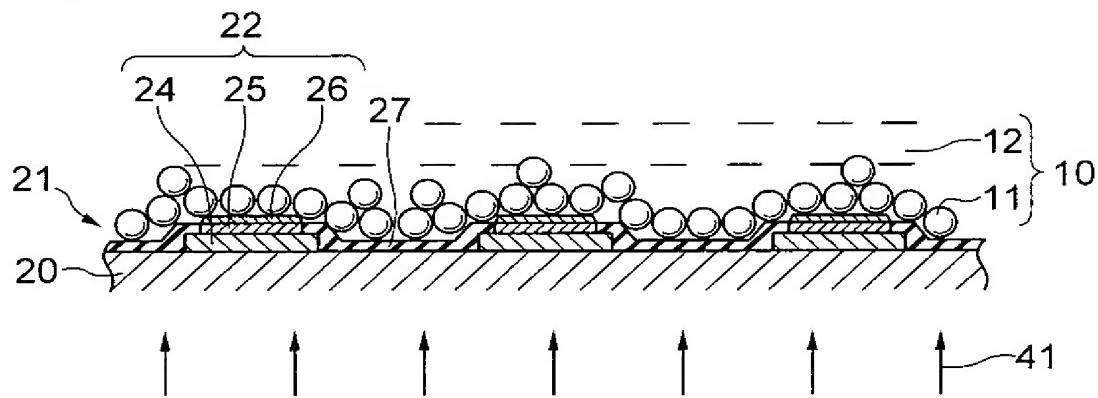


[3]

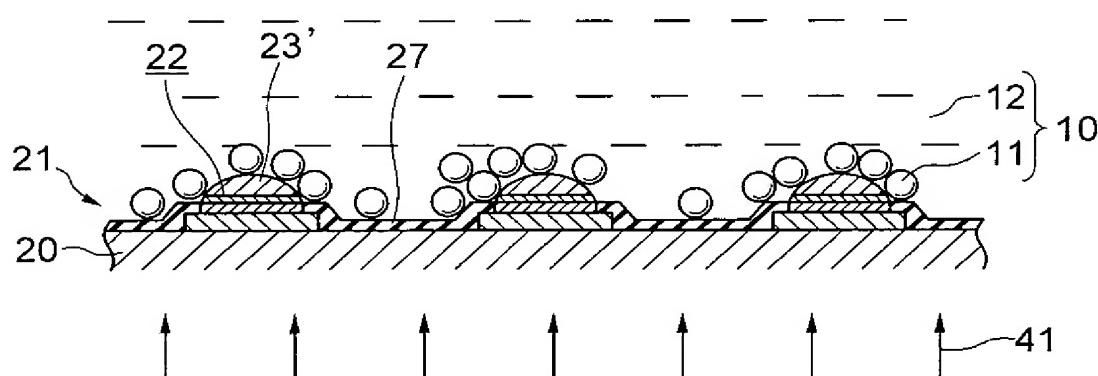


【図4】

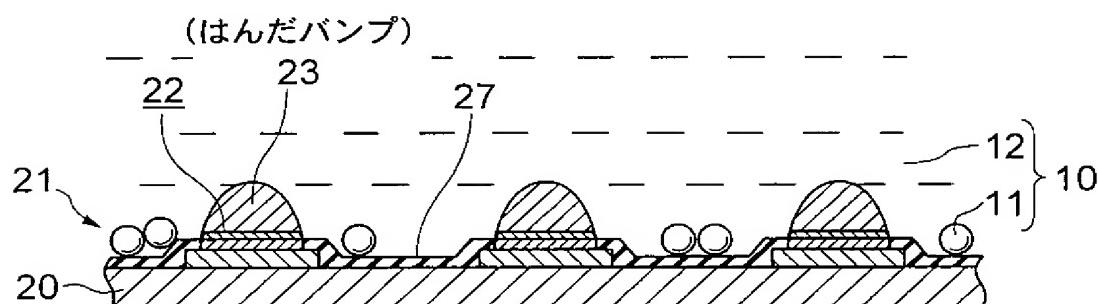
[1]



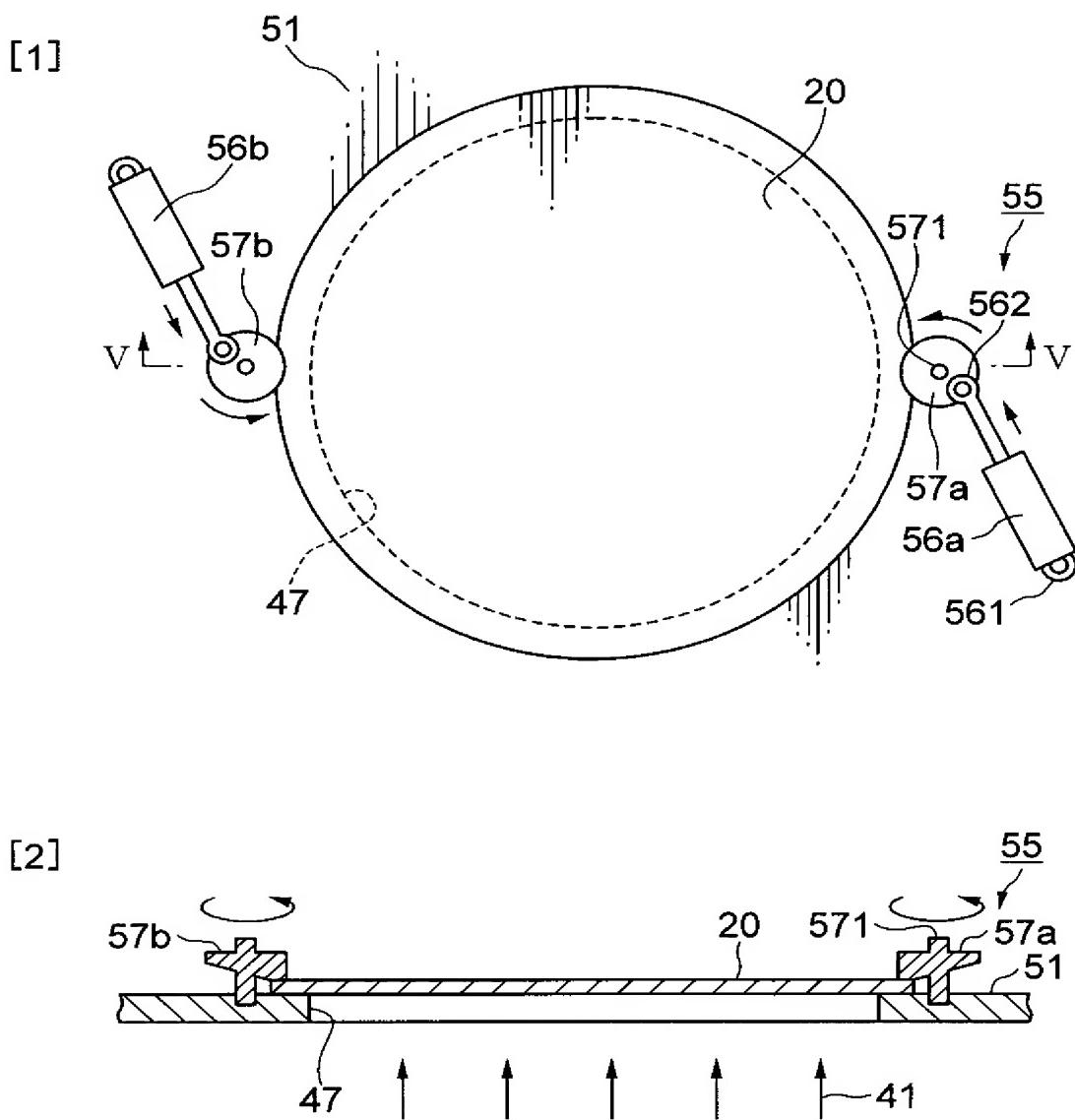
[2]



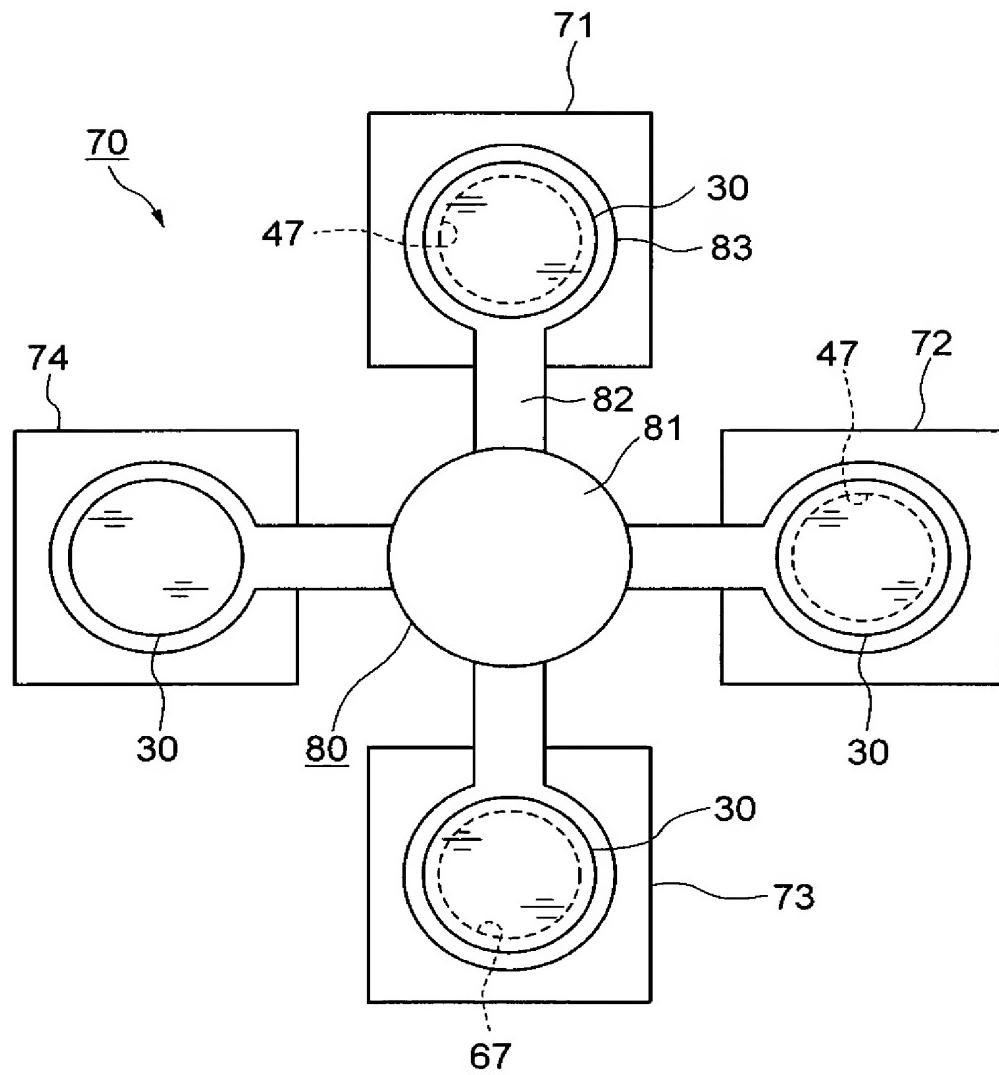
[3]

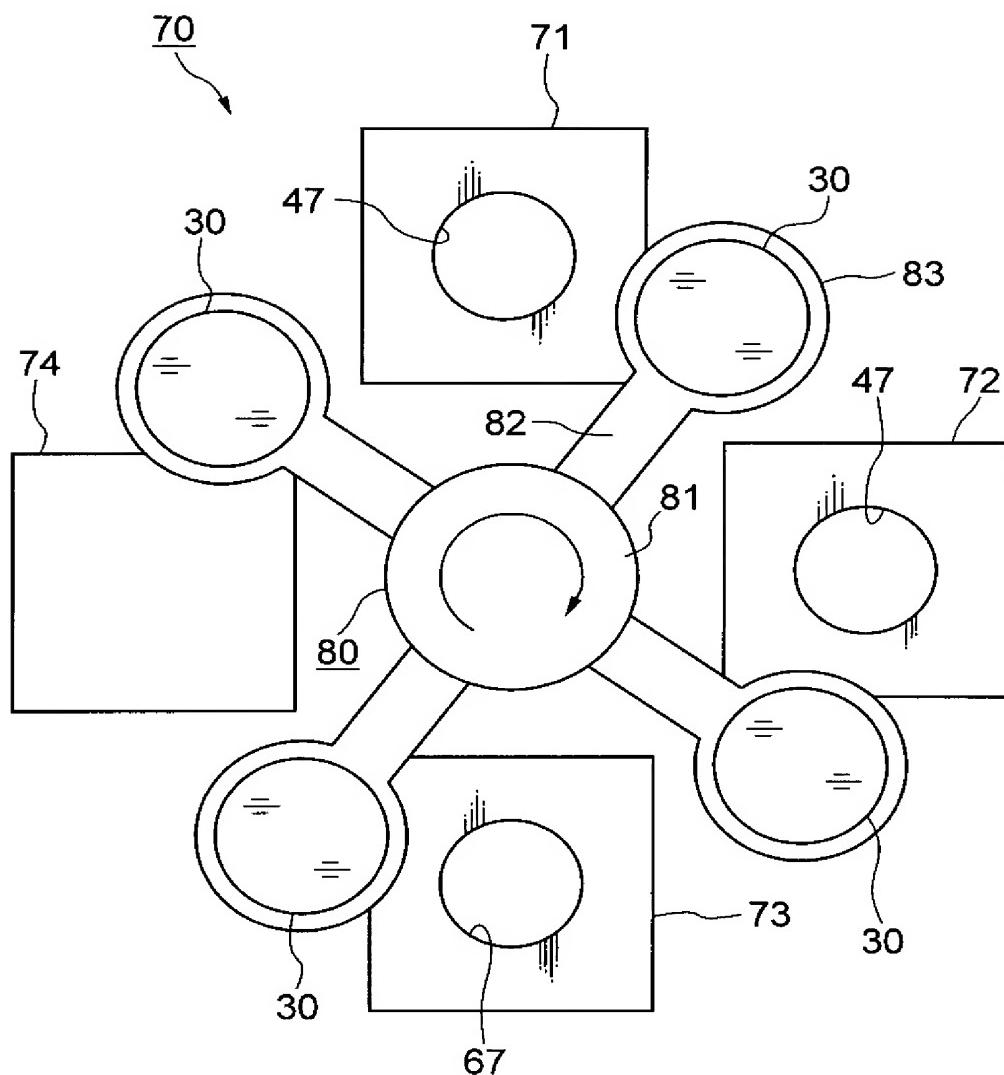


【図 5】

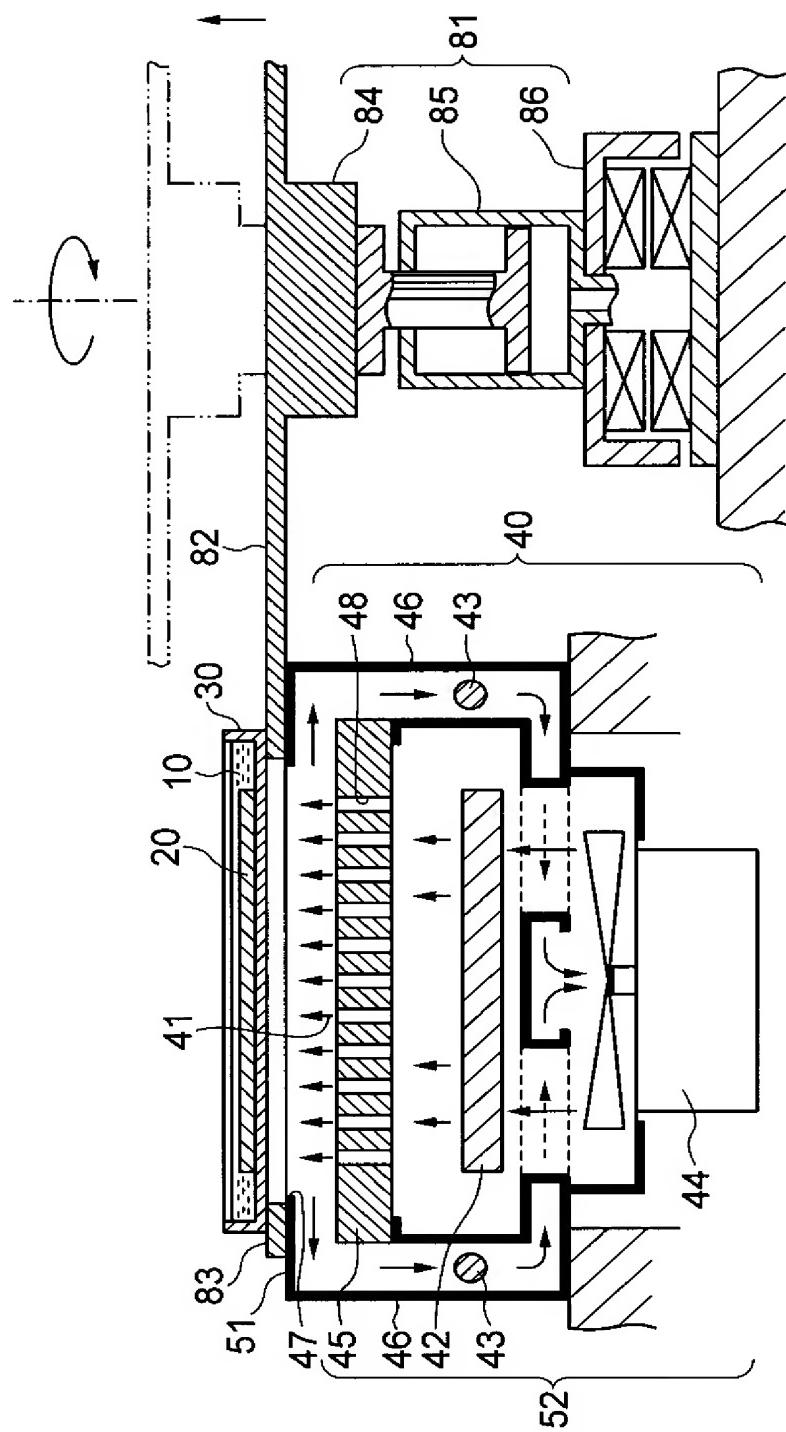


【図 6】

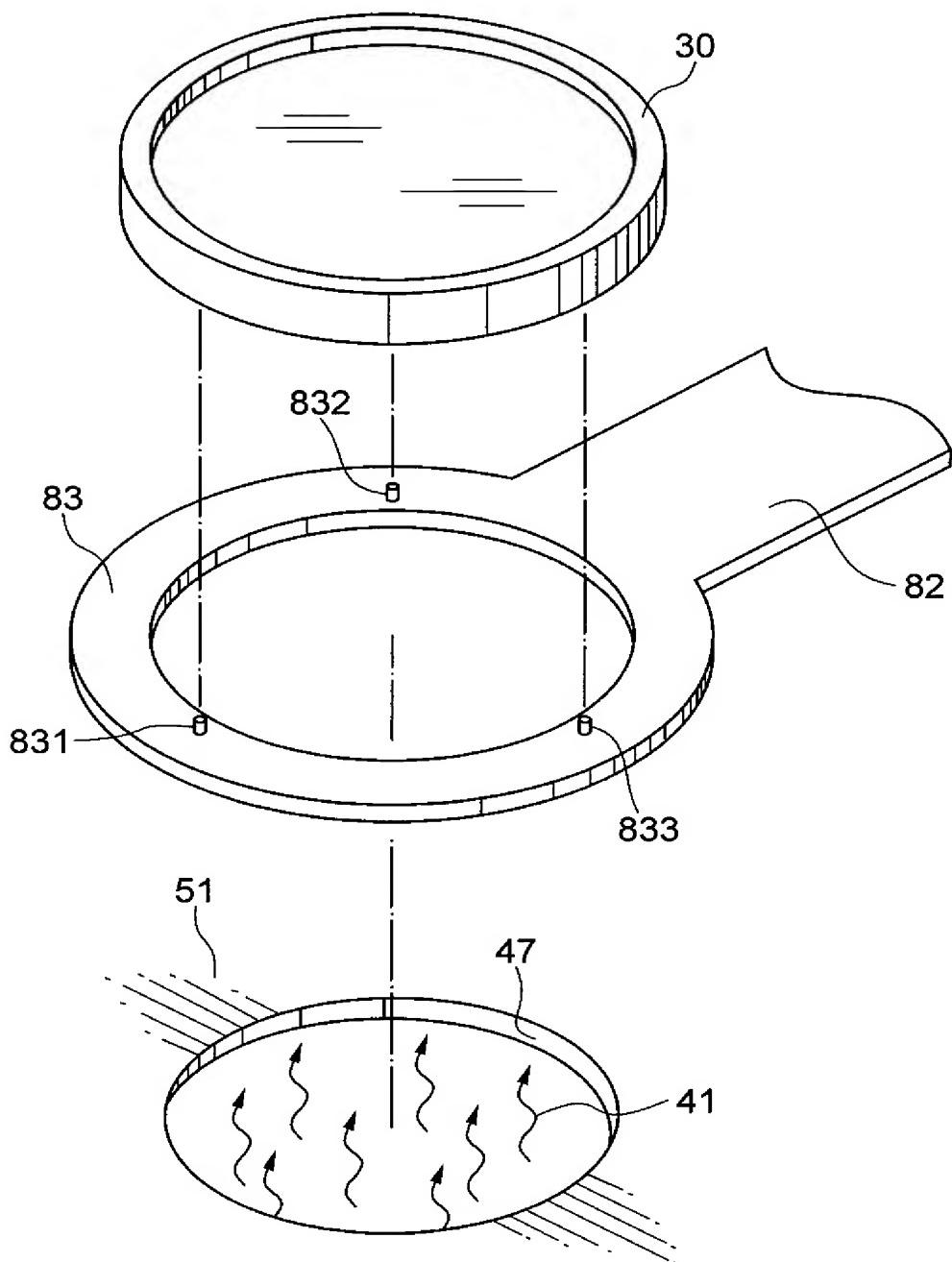




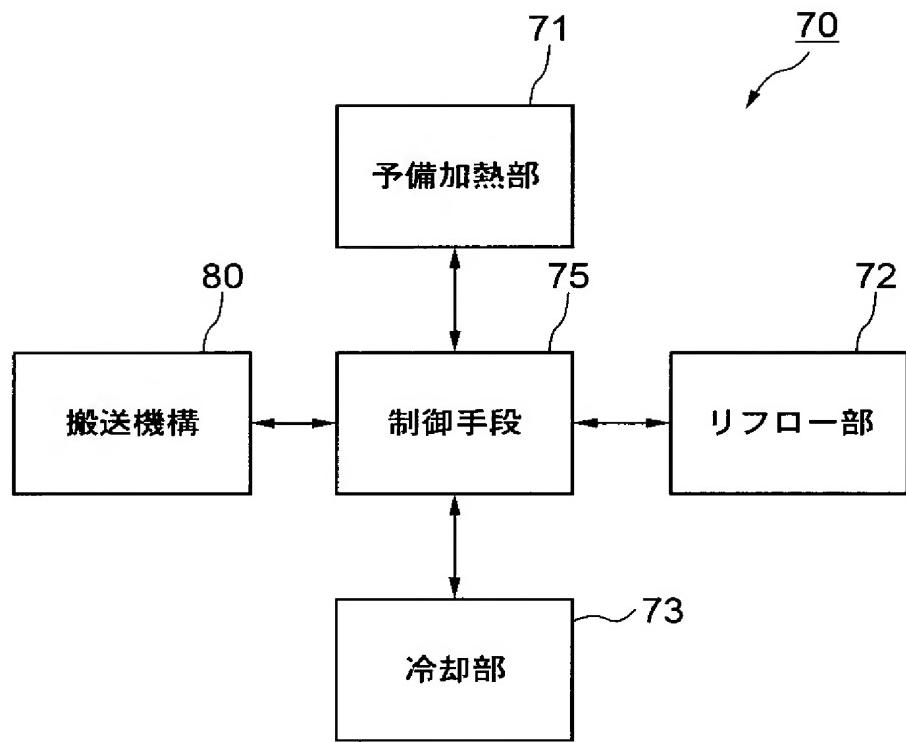
【図8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 熱風を用いて加熱した場合に、はんだペースト等の酸化を抑制する。

【解決手段】 載置台51に容器30を載置すると、開口部47は容器30によって塞がれる。そのため、熱風41は、開口部47の容器30の下側に当たるだけで、開口部47から吹き出すことはない。したがって、熱風41が、容器30の上へ回り込まないので、基板20上のはんだ組成物10の酸化が抑えられる。

【選択図】 図1

【書類名】出願人名義変更届
【提出日】平成16年 8月 9日
【あて先】特許庁長官 殿
【事件の表示】
　【出願番号】 特願2004-102407
【承継人】
　【識別番号】 503360115
　【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
　【代表者】 沖村 憲樹
【承継人代理人】
　【識別番号】 100079164
　【弁理士】
　【氏名又は名称】 高橋 勇
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】 013505
　【納付金額】 4,200円
【提出物件の目録】
　【物件名】 一部譲渡証書 1
　【援用の表示】 同日提出の特願2002-157770の出願人名義変更届に添付のものを援用する。
　【物件名】 委任状 1
　【援用の表示】 同日提出の特願2002-157770の出願人名義変更届に添付のものを援用する。

出願人履歴

3 9 0 0 0 5 2 2 3

19901016

新規登録

東京都練馬区東大泉1丁目19番43号

株式会社タムラ製作所

5 0 3 3 6 0 1 1 5

20031001

新規登録

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人 科学技術振興機構

5 0 3 3 6 0 1 1 5

20040401

名称変更

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人科学技術振興機構